

ISSN 1413-1455

Dezembro, 2011

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 99

Seleção de genótipos de feijão-caupi tipo comercial Canapu no semiárido piauiense

*Maurisrael de Moura Rocha
José Tadeu Santos Oliveira
Kaesel Jackson Damasceno e Silva
Francisco Rodrigues Freire Filho
Valdenir Queiroz Ribeiro
Fábio Ribeiro Barros
Erina Vitório Rodrigues*

Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64006-220, Teresina, PI
Fone: (86) 3089-9100
Fax: (86) 3089-9130
Home page: www.cpamn.embrapa.br
E-mail: sac@cpamn.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Kaesel Jackson Damasceno e Silva*
Secretário-administrativo: *Erick Gustavo de Oliveira Sales*
Membros: *Humberto Umbelino de Sousa, Lígia Maria Rolim Bandeira, Maria Eugênia Ribeiro, Orlane da Silva Maia, Aderson Soares de Andrade Júnior, Francisco José de Seixas Santos, Marissônia de Araujo Noronha, Adilson Kenji Kobayashi, Milton José Cardoso, José Almeida Pereira, Maria Teresa do Rêgo Lopes, Marcos Jacob de Oliveira Almeida, Francisco das Chagas Monteiro,*

Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*
Revisão de texto: *Edsel Rodrigues Teles*
Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*
Editoração eletrônica: *Jorimá Marques Ferreira*
Foto da capa: *Maurisrael de Moura Rocha*

1ª edição

Online (2011)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio-Norte

Seleção de genótipos de feijão-caupi tipo comercial Canapu no semiárido piauiense / Maurisrael de Moura Rocha ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2011.

33 p. ; 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 99).

1. Feijão de corda. 2. Grão. 3. Aclimação. 4. Mercado. 5. *Vigna unguiculata*. I. Rocha, Maurisrael de Moura Rocha. II. Série.

CDD 633.33 (21. ed.)

© Embrapa, 2011

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	19
Conclusão	31
Referências	31

Seleção de genótipos de feijão-caupi tipo comercial Canapu no semiárido piauiense¹

Maurisrael de Moura Rocha²

José Tadeu Santos Oliveira³

Kaesel Jackson Damasceno e Silva²

Francisco Rodrigues Freire Filho²

Valdenir Queiroz Ribeiro⁴

Fábio Ribeiro Barros⁵

Erina Vítório Rodrigues⁶

Resumo

O feijão-caupi ou feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é a espécie de feijão de maior importância socioeconômica nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Na cultura, o tipo comercial de grão mais cultivado no semiárido piauiense é o Canapu. Este trabalho teve como objetivo avaliar e selecionar genótipos de feijão-caupi tipo comercial Canapu com potencial para o mercado do semiárido piauiense. Foram avaliados 20 genótipos de feijão-caupi em quatro municípios do semiárido piauiense, em delineamento

¹Apoio financeiro Embrapa/CNPq.

²Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. mmrocha@cpamn.embrapa.br, kaesel@cpamn.embrapa.br, freire@cpamn.embrapa.br

³Engenheiro-agrônomo, M. Sc. em Agronomia, Técnico do Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Piauí, Teresina, PI. oliveiratadeu@yahoo.com.br

⁴Engenheiro-agrônomo, M. Sc. em Estatística, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI. valdenir@cpamn.embrapa.br

⁵Engenheiro-agrônomo, M. Sc. em Fitotecnia, doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas da Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. fabio@agronomo.eng.br

⁶Engenheira-agrônoma, mestranda em Genética e Melhoramento da Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI. erinavict@hotmail.com

de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram mensurados os seguintes caracteres: número de dias para o início da floração, valor de cultivo, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, produtividade de grãos e índice de grãos. Foram realizadas análises de variância e comparação entre médias para todos os caracteres, e adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos. Foi observada variabilidade para a maioria dos caracteres, exceto para o número de grãos por vagem e o índice de grãos, e comportamento diferencial dos genótipos frente às variações ambientais de locais. As cultivares Canapuzinho, Canapuzinho-2 e Paulistinha apresentam superioridade para precocidade, adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos e potencial para o mercado do feijão-caupi tipo comercial Canapu no semiárido piauiense.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*, adaptabilidade, estabilidade, mercado.

Selection of cowpea genotypes for Canapu comercial type in the semiarid of Piauí

Abstract

Cowpea (Vigna unguiculata L. Walp.) is the most cultivated bean species in the North and Northeast of Brazil. In culture, the most cultivated grain commercial type in the semiarid of Piauí, Brazil, is Canapu. This work aimed to evaluate and select genotypes of cowpea Canapu type with potential for the market in the semiarid of Piauí. Twenty cowpea genotypes were evaluated in four cities of Piauí semiarid zone, in a randomized block design with four replications. The following traits were evaluated: number of days to flowering, cultivation value, pod length, number of grains per pod, 100-grain weight, grain yield, and grain index. Variance and mean comparison analyses for all traits, adaptability and stability of grain yield were performed. Variability was observed for most traits, except for the number of grains per pod and grain index, and differential behavior of genotypes in the environmental variations of locations. Canapuzinho, Canapuzinho-2, and Paulistinha cultivars present superiority for earliness, grain yield adaptability and stability and potential for cowpea market Canapu type in the semiarid zone of Piauí.

Index terms: Vigna unguiculata, adaptability, stability, market.

Introdução

O feijão-caupi, feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp.) constitui um dos principais componentes da dieta alimentar das populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil, especialmente na zona rural, sendo o seu cultivo responsável pela geração de milhares de empregos diretos e renda (FREIRE FILHO et al., 2005a). É uma excelente fonte de proteínas (23-25% em média) e apresenta todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas e baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2%). Apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade e, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, tem a habilidade para fixar nitrogênio do ar. Pelo seu valor nutritivo, o feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, visando ao consumo humano in natura, na forma de conserva ou desidratado, podendo também ser utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e, ainda, como adubação verde e proteção do solo (RIBEIRO, 2003).

O feijão-caupi contribui com 35,6% da área e 15% da produção de feijão no Brasil (SILVA, 2009). É a terceira cultura em importância econômica no Estado do Piauí, ocupando uma área de 241.833 ha, uma produção de 61.778 t, apresentando uma produtividade média de 246 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro (primeira safra) e de 645 kg ha⁻¹ em condições irrigadas (segunda safra) (IBGE, 2009). Uma das causas da baixa produtividade do feijão-caupi é a baixa utilização de cultivares melhoradas em detrimento das cultivares tradicionais (suscetíveis às principais doenças), o baixo uso de tecnologia no manejo da lavoura e as condições climáticas desfavoráveis (ROCHA et al., 2008; SILVA, 2009).

A importância socioeconômica do feijão-caupi no Brasil pode ser expressa em números: tomando por base os dados médios de área (1.319.168 ha) e produção (482.324 t) do feijão-caupi no Brasil entre 2004 e 2008 e, considerando-se que um hectare de feijão-caupi gera 0,8 emprego/ano, um consumo per capita de 18,21 kg/pessoa/ano e o preço médio da saca de feijão de US\$ 31,96 (FEIJÃO..., 2006), a cultura do feijão-caupi gerou 1.055.334 empregos, a produção foi suficiente para alimentar, em média, 26 milhões de pessoas e o valor da produção foi de aproximadamente R\$ 643 milhões (FREIRE FILHO, 2009). Essas são cifras consideráveis que traduzem a importância e evidenciam a necessidade de pesquisas com a cultura, com vistas a preservar seu germoplasma existente e desenvolver novas cultivares para atender as demandas dos produtores, comerciantes e consumidores.

O feijão-caupi apresenta variabilidade para cor, tamanho e forma do grão, o que determina o surgimento de várias classes e subclasses comerciais. Atualmente, podemos distinguir três classes comerciais: Branca, Preta e Cores. A classe Branca compreende as subclasses: Branca, Brancão e Fradinho. A classe Cores engloba as subclasses: Mulato, Canapu, Sempre-verde, Manteiga, Corujinha, Azulão, Verde e Rajada (FEIJÃO-CAUPI..., 2005; FREIRE FILHO et al., 2009). Essa variedade de tipos comerciais gera uma diversidade em termos de preferência regional e aceitação do consumidor.

Cultivares do tipo comercial Canapu são as preferidas pelos agricultores no semiárido piauiense, principalmente nos municípios de Picos, Campo Grande do Piauí, São Miguel do Tapuio e Assunção do Piauí. Apresenta grão ovalado, tegumento amarronzado e esbranquiçado que, quando cozido, mostra uma cor escura e excelente sabor, sendo amplamente preferido pelos consumidores do sertão de Pernambuco e da Bahia (SANTOS et al., 2006, 2008, 2009). Essa subclasse comercial guarda

muita semelhança com o tipo Crowder, cultivado nos Estados Unidos da América e muito cultivado nas áreas semiáridas dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia (FREIRE FILHO et al., 2005a).

A integração da estabilidade com a produtividade é importante quando a finalidade é selecionar genótipos com ampla adaptabilidade e alta estabilidade (AREMU et al., 2007; ASIO et al., 2005). Para o pequeno produtor do semiárido piauiense, que utiliza baixa tecnologia na lavoura, esse tipo de estratégia de desenvolvimento de cultivares e manejo da interação genótipos x ambientes é o mais recomendável. Além disso, permite recomendações de cultivares para uma ampla faixa de ambientes, diminuindo também os custos e facilitando o processo de produção de sementes genéticas e básicas. Alguns trabalhos de pesquisa têm sido conduzidos avaliando o potencial de genótipos de feijão-caupi do tipo Canapu no Piauí (LOPES et al., 2006; ROCHA et al., 2008) e Pernambuco (SANTOS et al., 2006, 2008, 2009).

Atualmente, no estado do Piauí, há uma demanda do pequeno produtor por cultivares de feijão-caupi do tipo Canapu com ciclo de maturação mais curto, com melhor qualidade comercial do grão (cor e forma) e resistentes a vírus, cujo desenvolvimento representa uma alternativa viável para o pequeno produtor, por serem bem aceitas e bastante adaptadas às condições do semiárido piauiense, diminuindo os riscos de perdas em virtude da seca.

Este trabalho teve como objetivo selecionar genótipos de feijão-caupi tipo comercial Canapu para cultivo em condições de sequeiro no semiárido piauiense.

Material e Métodos

O material experimental consistiu de 20 tratamentos, sendo 11 cultivares locais, seis linhagens e três cultivares melhoradas (Tabela 1).

Foram avaliados 11 genótipos da subclasse comercial Canapu e nove de outras subclasses comerciais (Sempre-verde, Mulato e Branco). A cultivar tradicional Canapu-PI, atualmente o tipo comercial mais cultivado pelos agricultores no semiárido piauiense, foi coletada no mercado público de Picos, grande centro comercial de feijão-caupi no Estado do Piauí. Como o foco principal do projeto era o tipo comercial Canapu, essa cultivar foi utilizada como testemunha em todos os ensaios. A maioria das cultivares do tipo comercial Canapu utilizadas nessa pesquisa foi purificada dentro do projeto "Recuperação da pureza genética e seleção de cultivares de feijão-caupi em assentamentos da região semiárida piauiense", no período de 2005 a 2006 (ROCHA et al., 2008). Na recuperação da pureza dessas cultivares considerou-se na seleção: a resistência a vírus, a qualidade nutricional e a qualidade comercial do grão (cor, forma e tamanho).

Os experimentos representaram ensaios de Valor de Cultivo e Uso - VCU, exigidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, como condição para o Registro Nacional de Cultivares - RNC e posterior lançamento comercial.

Os genótipos foram avaliados em quatro experimentos conduzidos em condições de sequeiro, no ano de 2009, em quatro municípios localizados na região semiárida piauiense, a saber: Alagoinha do Piauí, Assunção do Piauí, Campo Grande do Piauí e São João do Piauí, em áreas gentilmente disponibilizadas pelos agricultores nos referidos municípios, exceto São João do Piauí, onde estes foram conduzidos na estação experimental da Embrapa. Esses municípios pertencem ao Estado do Piauí e estão localizados em ecossistema de Caatinga, apresentando clima semiárido.

Tabela 1. Caracterização dos genótipos de feijão-caupi avaliados nos ensaios de valor de cultivo e uso.

Genótipo	TMG ⁽¹⁾	Procedência / genealogia	Subclasse comercial
1 Canapuzinho	Cultivar local	São Raimundo Nonato – PI	Canapu
2 Canapuzinho-2	Cultivar local	São Raimundo Nonato – PI	Canapu
3 Canapu-BA	Cultivar local	Bahia	Canapu
4 Cojó-1	Cultivar local	São Miguel do Tapuio – PI	Canapu
5 Cojó-4-4	Cultivar local	São Miguel do Tapuio – PI	Canapu
6 Cojó-4-10	Cultivar local	São Miguel do Tapuio – PI	Canapu
7 Inhuma	Cultivar local	Inhuma – PI	Canapu
8 Paulistinha	Cultivar local	Juazeiro – CE	Canapu
9 Pingo-de-ouro-1-2	Cultivar local	Iguatu – CE	Canapu
10 Pingo-de-ouro-2	Cultivar local	Iguatu – CE	Canapu
11 MNC99-5 10F-16-3	Linhagem	Paulista x TE90-180-88F	Sempre-verde
12 MNC01-6 11F-11	Linhagem	TE97-340-4E x TE93-222-11F	Mulato
13 MNC01-6 14F-15	Linhagem	TE97-404-1F x TE93-242-10E-6-1-1	Mulato
14 MNC01-6 31F-15	Linhagem	CNCx409-11F-P2-195 x TE97-341-1E-1-1	Mulato
15 MNC01-6 31F-20-5	Linhagem	TE87-108-6G x TE87-98-8G	Mulato
16 MNC01-6 49E-2	Linhagem	CNC x 405-17F x TE94-268-3D	Sempre-verde
17 BRS Marataoã	Cultivar melhorada	Seridó x TVx1836-0131	Sempre-verde
18 BR 17-Gurgueia	Cultivar melhorada	BR 10-Piauí x CE-315	Sempre-verde
19 BRS Xiquexique	Cultivar melhorada	TE87-108-6G x TE87-98-8G	Branca
20 Canapu-PI	Cultivar local	Picos – PI	Canapu

⁽¹⁾ Tipo de material genético.

Mais detalhes sobre os locais e épocas de semeadura dos experimentos são apresentados na Tabela 2. Todos os ensaios implantados foram acompanhados pelos agricultores, do plantio à colheita, com participação deles na indicação dos genótipos de sua preferência, tendo como padrão de comparação a cultivar local Canapu-PI.

Os dados pluviométricos tomados durante os períodos de condução dos ensaios são apresentados na Tabela 3, de acordo com o banco de pluviometria disponibilizado pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí.

Os ensaios foram delineados em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas tiveram as dimensões de 3,2 m x 5,0 m. O espaçamento utilizado foi de 0,80 m entre fileiras e de 0,25 m entre plantas dentro da fileira. Foram colocadas quatro sementes por cova e aos 20 dias após a semeadura foi realizado o desbaste para duas plantas por cova. As parcelas foram compostas por quatro fileiras, sendo as duas centrais usadas como área útil.

Os resultados das análises de solos das áreas onde foram conduzidos os ensaios e unidades demonstrativas são apresentados na Tabela 4. Em razão da demora nos resultados das análises de solo e para não perder a época de plantio, não foi realizada adubação. O preparo das áreas incluiu uma aração e um destorroamento com enxada antes do plantio.

Os tratos culturais consistiram de capinas no período de emergência das plantas e próximo à floração, para o controle de ervas daninhas. Aos 20 dias do plantio, foi realizado o desbaste, deixando-se duas plantas por cova. Foi realizada uma aplicação de inseticida à base de uma mistura de Thiamethoxan + Dimetoato (8 g + 50ml/100l H₂O), para o controle de pulgões e lagartas em todos os experimentos, no período entre a germinação e a floração.

Tabela 2. Localização e características dos locais nos quais foram conduzidos os ensaios de valor de cultivo e uso, no ano de 2009.

Município	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Época de plantio
Alagoinha do Piauí	375	07°00'28"	40°56'20"	27/01/2009 e 27/01/2010
Assunção do Piauí	532	05°51'56"	41°02'22"	04/02/2009
Campo Grande do Piauí	440	07°07'54"	41°02'10"	27/01/2009 e 27/01/2010
São João do Piauí	222	08°21'29"	42°14'48"	11/2/2009 e 25/02/2010

Fonte: Wikipédia (2010a, b, c e d).

Tabela 3. Dados pluviométricos ocorridos nos locais de avaliação durante o período de condução dos ensaios nos anos de 2009 e 2010.

Município	Pluviosidade (mm)				
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio
Ano: 2009					
Alagoinha do Piauí	49	106	141	165	54
Assunção do Piauí	27	123	264	755	316
Campo Grande do Piauí	90	164	103	189	74
São João do Piauí	124	149	136	215	6
Total					

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí (2010).

Tabela 4. Resultados das análises de solos realizadas nos solos das áreas onde foram conduzidos os experimentos nos municípios de Alagoinha do Piauí (ALA), Assunção do Piauí (ASS), Campo Grande do Piauí (CAM) e São João do Piauí (SJO), PI, 2009 e 2010.

Local	Identificação/resultado												
	MO	pH	P	K ⁺	Ca ⁺	Mg	Na ⁺	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	S	CTC	V	m
	g/Kg	H ₂ O	mg/dm ³						cmol _e /dm ³				%
ALA	2,73	4,25	3,50	0,26	8,10	0,13	0,02	0,37	1,78	0,46	2,24	20,52	44,58
ASS	3,10	4,12	3,80	0,02	0,18	0,21	0,01	0,56	3,00	0,42	3,42	12,27	57,14
CAM	17,65	6,66	4,01	0,10	0,70	0,96	0,03	0,21	2,82	0,44	3,67	25,72	48,05
SJO	15,17	5,70	3,81	0,39	0,97	1,48	0,22	0,00	2,26	0,66	2,32	23,04	46,00

Foram avaliados os seguintes caracteres:

- Número de dias para o início da floração (NDIF): avaliado em dias, compreendendo o período do plantio até a floração de 50% de plantas da área útil da parcela;
- Valor de cultivo (VC): avaliado na fase de maturação segundo uma escala de nota visuais da área útil da parcela variando de 1 a 5, sendo 1 o genótipo com péssimas características agronômicas e 5 o genótipo com ótimas características agronômicas;
- Comprimento de vagem (COMPV): avaliado na fase de pós-colheita em centímetros, como uma média de medições em cinco vagens colhidas aleatoriamente em plantas da área útil da parcela;
- Número de grãos por vagem (NGV): avaliado na fase de pós-colheita, como uma média de contagem em cinco vagens colhidas aleatoriamente em plantas da área útil da parcela;
- Peso de 100 grãos (P100G): avaliado na fase de pós-colheita em gramas (g) de 100 grãos amostrados aleatoriamente da produção da área útil da parcela;
- Produtividade de grãos (PG): avaliado na fase de pós-colheita em gramas por área útil da parcela (8 m²), transformados para kg ha⁻¹;
- Índice de grãos (IG): avaliado na fase de pós-colheita em % por meio do quociente entre o peso dos grãos e o peso das vagens da área útil da parcela multiplicado por 100.

Os dados oriundos dos caracteres avaliados nos experimentos foram submetidos a análises de variâncias individuais, por local, e conjunta, considerando-se os efeitos de genótipos, ambientes e interação genótipos x ambientes como fixos e o efeito de repetições como aleatório. Adotaram-se os seguintes modelos, respectivamente, para as análises individuais e conjunta:

$$Y_{ij} = u + B_j + G_i + E_{ij} \text{ e } Y_{ijk} = u + B_j + G_i + A_k + GA_{ik} + E_{ijk} \dots\dots\dots (1)$$

onde u = média geral; B_j = efeito do j -ésimo bloco, $j = 1, 2, \dots, r$; G_i = efeito do i -ésimo genótipo, $i = 1, 2, \dots, g$; A_k = efeito do k -ésimo ambiente, $k = 1, 2, \dots, a$; GA_{ik} = efeito da interação entre o i -ésimo genótipo no k -ésimo ambiente, $ik = 1, 2, \dots, ga$; e E_{ij} e E_{ijk} = erros experimentais, respectivamente, na análise individual e análise conjunta.

As médias dos genótipos foram comparadas com a média da testemunha (Canapu-PI) por meio do teste de Dunnet ($P < 0,05$).

Foram realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos dos genótipos pelo modelo de efeitos aditivos principais e interação multiplicativa-AMMI (DUARTE; VENCOSKY, 1999; ZOBEL et al., 1988). Esse método adota um modelo unimultivariado que analisa os efeitos principais de genótipos e ambientes como aditivos por meio da análise de variância e a interação genótipos x ambientes (GA) como um efeito multiplicativo, sendo esta última analisada por um método multivariado, a análise de componentes principais (ACP). Segundo os autores, esse método garante maior precisão e eficiência à análise, permitindo captar padrões agrônômica e estatisticamente importantes presentes na interação GA. Permite também a seleção de modelos mais reduzidos (AMMI1, AMMI2, ...AMMI n), descartando um resíduo não importante da interação (ruído), por meio de um teste F_R (CORNELIUS et al., 1992).

A interpretação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos bem como a qualidade e estabilidade ambiental foi realizada por meio de representação gráfica em *biplo*t (GABRIEL, 1971). Para efeito de interpretação dos resultados quanto à adaptabilidade e estabilidade, neste trabalho, a expressão alta adaptabilidade será utilizada como sinônimo de alta produtividade e ampla adaptabilidade como sinônimo de alta estabilidade/previsibilidade, conforme Freire Filho et al. (2005b).

A análise considerou os efeitos de genótipos e ambientes como fixos e o modelo de acordo com a equação:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \rho_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad \dots\dots\dots (2)$$

em que Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; μ é a média geral; g_i e a_j são os efeitos do i -ésimo genótipo e j -ésimo ambiente, respectivamente; λ_k é o k -ésimo valor singular da matriz GA (escalar); γ_{ik} e α_{jk} são os elementos correspondentes ao i -ésimo genótipo e j -ésimo ambiente, nos vetores g_k (vetor singular coluna) e a_k (vetor singular linha), respectivamente; n é o número de componentes principais da interação GA retidos no modelo; ρ_{ij} é o resíduo da interação GA; e ε_{ij} é o erro experimental médio.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS (SAS/STAT..., 1997).

Os resultados desse trabalho fazem parte do projeto "Desenvolvimento de cultivares de feijão-caupi tipo comercial Canapu para o semiárido piauiense", conduzido pelo Edital CNPq 15/2007, no período de janeiro de 2008 a julho de 2010.

Resultados e Discussão

Os resultados das análises de variância individuais, por local, são apresentados na Tabela 5.

Em todos os locais, o efeito de genótipos foi altamente significativo ($P < 0,01$) para os caracteres peso de 100 grãos (P100G) e produtividade de grãos (PG), sendo variável com o local a significância ($P < 0,05$ ou $P < 0,01$) para os caracteres número de dias para a floração (NDIF), valor de cultivo (VC) e comprimento de vagem (COMPV). O caráter número de grãos por vagem (NGV) não apresentou diferenças significativas em nenhum dos locais, mostrando que este apresenta baixa variabilidade, contrariamente aos caracteres PG e índice de grãos (IG), que apresentaram alta variabilidade, sendo os mais favoráveis para obtenção de ganhos com a prática da seleção.

A precisão dos experimentos, no geral, foi alta, com coeficientes de variação experimentais (CV) dentro dos limites apresentados normalmente pelos caracteres (Tabela 5) em outros estudos conduzidos no semiárido piauiense (OLIVEIRA, 2008). Os caracteres NDIF, COMPV e IG apresentaram precisão mais alta do que o VC, NGV, P100G e PG. Estes foram mais influenciados pelos fatores aleatórios e ambientais. A PG, por ser um caráter quantitativo, controlado por vários genes e depender muito dos componentes de produção, por natureza bastante influenciado pelo ambiente, apresentando, portanto, baixa herdabilidade. Os ensaios de VCUs de Assunção do Piauí e Campo Grande do Piauí foram mais precisos, relativamente aos demais locais. No entanto, as médias gerais dos caracteres foram de certa forma semelhantes entre os quatro ambientes.

O resumo da análise de variância conjunta é apresentado na Tabela 6. Os efeitos de ambientes foram significativos ($P < 0,01$) apenas para os caracteres NDIF, COMPV e P100G, mostrando que os efeitos ambientais

Tabela 5. Resumo das análises de variância individuais em blocos ao acaso, médias gerais e coeficientes de variação (CV) referentes aos caracteres número de dias para o início da floração (NDIF), comprimento de vagem (COMPV), número de grãos por vagem (NGV), valor de cultivo (VC), peso de cem grãos (P100G), produtividade de grãos (PG) e índice de grãos (IG). Feijão-caupi, semeaduras em 27/01/2009 (Alagoinha do Piauí), 04/02/2009 (Assunção do Piauí), 27/01/2009 (Campo Grande do Piauí) e 11/02/2009 (São João do Piauí).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		NDIF (dia)	COMPV (cm)	NGV (unidade)	VC ⁽¹⁾ (nota)	P100G (g)	PG (kg ha ⁻¹)	IG (%)
Ambiente: Alagoinha do Piauí								
Repetições (R)	3	14,43 ^{ns}	3,87 ^{ns}	4,11 ^{ns}	0,622 ^{**}	19,48 ^{ns}	202224,71 ^{**}	146,70 ^{ns}
Genótipos (G)	19	22,80 ^{ns}	4,30 [*]	3,35 ^{ns}	0,054 [*]	48,26 ^{**}	119829,42 ^{**}	45,09 ^{ns}
Resíduo	57	20,18 ^{ns}	2,13	5,12	0,026	12,52	25388,89	99,91
Média Geral		45,60	20,43	14,48	1,44	24,07	727,08	76,95
CV(%)		9,85	7,14	15,62	11,34	14,70	21,91	12,98
Ambiente: Assunção do Piauí								
Repetições (R)	3	39,96 [*]	1,18 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-	3,43 ^{ns}	424869,88 ^{**}	338,01 ^{**}
Genótipos (G)	19	38,51 ^{**}	5,45 ^{**}	1,40 ^{ns}	-	37,54 ^{**}	246426,98 ^{**}	61,95 ^{ns}
Resíduo	57	10,50	1,03	1,20	-	4,02	33000,97	54,35
Média Geral		44,85	20,01	15,33	-	19,70	923,72	76,42
CV(%)		7,22	5,07	7,16	-	10,17	19,66	9,64

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		NDIF (dia)	COMPV (cm)	NGV (unidade)	VC ⁽¹⁾ (nota)	P100G (g)	PG (kg ha ⁻¹)	IG (%)
Ambiente: Campo Grande do Piauí								
Repetições (R)	3	101,71 **	0,70 ^{ns}	2,74 ^{ns}	0,136 **	3,41 ^{ns}	150437,23 **	215,33 **
Genótipos (G)	19	26,88 *	5,74 **	2,27 ^{ns}	0,165 ^{ns}	33,32 **	465088,53 **	23,56 *
Resíduo	57	11,27	1,41	1,57	0,027	3,71	27827,50	11,52
Média Geral		47,23	20,80	15,61	1,676	23,78	880,27	80,80
CV(%)		7,10	5,71	8,02	9,85	8,10	18,95	4,20
Ambiente: São João do Piauí								
Repetições (R)	3	33,14 ^{ns}	2,00 ^{ns}	4,44 ^{ns}	0,342 **	49,57 *	420773,98 **	179,27 **
Genótipos (G)	19	30,19 **	4,10 **	4,79 ^{ns}	0,175 **	45,52 **	353201,94 **	21,61 ^{ns}
Resíduo	57	12,86	0,95	2,74	0,045	17,90	41293,06	19,82
Média Geral		40,36	19,99	14,96	1,662	24,18	911,99	82,71
CV(%)		8,88	4,88	11,07	12,78	17,49	22,28	5,38

⁽¹⁾Análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com $x = 1$ a 5. *, **Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} Não significativo pelo teste F.

influenciaram bastante esses caracteres entre locais. Para os demais caracteres, as causas não genéticas não variaram com os locais, indicando que para estes, no geral, os efeitos de altitude, latitude, pluviometria e de solos não influenciaram muito os locais, conforme os dados das Tabelas 2, 3 e 4.

O efeito de genótipos foi significativo ($P < 0,01$) para a maioria dos caracteres, sendo não significativos apenas para os caracteres NGV e IG. As diferenças observadas para a maioria dos caracteres é um indicativo de que os genótipos apresentaram variabilidade e, consequentemente, uma grande probabilidade de sucesso com a seleção para melhoria do ciclo de floração, comprimento da vagem, valor de cultivo, tamanho do grão e produtividade de grãos

O efeito da interação genótipos x ambientes (GA) foi significativo somente para os caracteres VC e PG, indicando que somente para esses caracteres os genótipos apresentaram comportamento diferencial com os locais de cultivo. Esse resultado indica que a interação GA deve ser estudada de forma mais pormenorizada para verificar quais genótipos interagiram mais ou menos com os ambientes para efeito de recomendação de cultivares.

As médias dos vinte genótipos de feijão-caupi avaliados nos quatro ambientes são apresentadas na Tabela 7.

O teste de Dunnet comparou a média dos genótipos 1 a 19 com a média da testemunha (Canapu-PI), sendo aplicado em todos os caracteres, exceto para NGV e IG, que não apresentaram significância pelo teste F na análise de variância conjunta (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância conjunta em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação experimental (CV) referentes aos caracteres número de dias para o início da floração (NDIF), comprimento de vagem (COMPV), número de grãos por vagem (NGV), valor de cultivo (VC), peso de cem grãos (P100G), produtividade de grãos (PG) e índice de grãos (IG). Feijão-caupi, semeaduras em 27/01/2009 (Alagoinha do Piauí), 04/02/2009 (Assunção do Piauí), 27/01/2009 (Campo Grande do Piauí) e 11/02/2009 (São João do Piauí).

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		NDIF (dia)	COMPV (cm)	NGV (unidade)	VC ⁽¹⁾ (nota)	P100G (g)	PG (kg ha ⁻¹)	IG (%)
Repetições (R)/A	12	47,31**	1,95 ^{ns}	3,08 ^{ns}	0,36**	22,87*	299576**	219,97**
Ambientes (A)	3	691,85**	11,94**	17,07 ^{ns}	1,32 ^{ns}	394,00**	662378 ^{ns}	752,91 ^{ns}
Genótipos (G)	19	95,91**	16,81**	2,28 ^{ns}	0,25**	154,88**	766393**	49,98 ^{ns}
G x A	57	7,48 ^{ns}	0,94 ^{ns}	3,35 ^{ns}	0,06**	9,01 ^{ns}	139385**	33,88 ^{ns}
Resíduo	228	13,70	1,38	2,79	0,03	12,61	31877,61	45,96
Média Geral		44,51	20,31	15,08	1,59	23,02	860,77	79,26
CV(%)		8,31	5,79	11,08	11,41	15,42	20,74	8,55

⁽¹⁾Análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com $x = 1$ a 5. *, **Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Tabela 7. Médias para os caracteres número de dias para o início da floração (NDIF), comprimento de vagem (COMPV), número de grãos por vagem (NGV), valor de cultivo (VC), peso de cem grãos (P100G), produtividade de grãos (PG) e índice de grãos (IG). Feijão-caupi, semeaduras em 20/11/96 (Alagoinha do Piauí), 12/11/96 (Assunção do Piauí), 06/11/96 (Campo Grande do Piauí) e 12/11/97 (São João do Piauí). Piauí, 2009.

N	Genótipo	NDIF (dia)	COMPV (cm)	NGV (unidade)	VC ⁽¹⁾ (nota)	P 100G (g)	PG (kg ha ⁻¹)	IG (%)
1	Canapuzinho	43 *	20	15	1,40	23	841 *	80
2	Canapuzinho-2	41 *	20	15	1,54	21 *	1.049 *	78
3	Canapu-BA	44 *	20	14	1,53	24	702	80
4	Cojó-1	47	19	15	1,54	27	527	79
5	Cojó-4-4	47	19	15	1,50	22 *	611	79
6	Cojó-4-10	49	20	15	1,47	23	466	77
7	Inhuma	44 *	20	15	1,37	24	697	80
8	Paulistinha	42 *	21 *	15	1,56	26	1.070 *	79
9	Pingo-de-ouro-1-2	41 *	20	14	1,54	27	880 *	80
10	Pingo-de-ouro-2	41 *	20	15	1,52	23	958 *	80
11	MNC99-510F-16-3	45 *	21 *	15	1,67	23	923 *	79
12	MNC01-611F-11	45 *	20	15	1,67	22 *	1.173 *	79
13	MNC01-614F-15	45 *	21	14	1,83 *	21 *	1.151 *	77
14	MNC01-631F-15	45 *	21 *	15	1,73	24	1.069 *	79
15	MNC01-631F-20-5	44 *	23 *	15	1,92 *	28	999 *	80
16	MNC01-649E-2	45 *	20	15	1,80 *	21 *	1.126 *	82
17	BRS Marataoã	45 *	20	16	1,68	19 *	849 *	75
18	BR 17-Gurgueia	45 *	19 *	15	1,66	15 *	813 *	78
19	BRS XiqueXique	41 *	20	15	1,43	19 *	784 *	82
20 ⁽²⁾	Canapu-PI	50	20	15	1,37	26	525	82

⁽¹⁾Análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$ ⁽²⁾Testemunha *Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett..

O NDIF variou de 41 a 50 dias (Tabela 7). Destacaram-se 16 genótipos. Os genótipos mais precoces, pertencentes à subclasse comercial Canapu, foram Canapuzinho-2, Pingo de Ouro-1-2 e Pingo-de-Ouro-2, além da cultivar BRS Xiquexique, porém esta pertencente à subclasse comercial Branco. A cultivar Canapu-PI apresentou o ciclo mais tardio.

O COMPV variou de 18 cm a 23 cm. Como o melhoramento de genótipos de portes prostrado e semiprostrado objetiva aumentar o tamanho da vagem, já que o pequeno agricultor tem preferência por vagens grandes, destacaram-se no sentido positivo do caráter (tamanho maior de vagem) os genótipos Paulistinha (subclasse Canapu), MNC99-510F-16-3 (subclasse Sempre-verde), MNC01-631F-15 (subclasse Mulato) e MNC01-631F-20-5 (subclasse Mulato).

O valor de cultivo variou quanto à escala de notas visuais de 1,37 a 1,92 e o peso de 100 grãos (P100G) variou de 15 g a 28 g (Tabela 7). Apesar de ter havido diferenças entre oito genótipos e a testemunha (Tabela 7), nenhum genótipo destacou-se em relação à testemunha no sentido favorável da seleção (aumento do tamanho do grão).

A produtividade de grãos variou de 466 kg ha⁻¹ a 1.173 kg ha⁻¹. Destacaram-se no sentido favorável da seleção (aumento de produtividade) os genótipos Canapuzinho, Canapuzinho-2, Paulistinha, Pingo-de-Ouro-1-2 e Pindo-de-Ouro-2.

A análise de componentes principais da interação (ACPI) decompôs a interação GA em três componentes principais. (Tabela 8). O primeiro componente explicou 47,92% da interação, o segundo, 29,58%, e o terceiro 22,49%, os dois primeiros componentes explicando juntos 77,51% da interação GA.

Embora a interação GA tenha sido decomposta em três componentes principais da interação (CPI), apenas os dois primeiros (AMMI1 e AMMI2) tiveram seus resíduos significativos pelo teste F_R ($P < 0,01$) (Tabela 9).

Com base nesse resultado, segundo Rocha et al. (2007), a adaptabilidade e a estabilidade podem ser interpretadas com base apenas na variação da interação GA presente nos CPI1 e CPI2, sendo necessário utilizar dois *biplots*. No *biplo*t AMMI1, a estabilidade é interpretada no eixo das abscissas, sendo considerados estáveis os genótipos e ambientes com valores de escores próximos de zero; já a adaptabilidade é interpretada no eixo das ordenadas, onde são plotadas as médias de genótipos e ambientes. O *biplo*t AMMI2 permite interpretar a estabilidade de genótipos e ambientes, bem como interações específicas de genótipos com ambientes. Neste, a zona de estabilidade corresponde ao ponto de intersecção dos escores zero do primeiro e segundo componentes principais da interação (região central do *biplo*t). Genótipos e ambientes próximos em qualquer área do gráfico representam adaptação específica do genótipo com o ambiente. As médias preditas pelo modelo AMMI selecionado foram acessadas para auxiliar na interpretação da adaptabilidade de genótipos e ambientes. A Tabela 10 tem a função de subsidiar os resultados de adaptabilidade de genótipos e ambientes.

Tabela 8. Resumo da análise de componentes principais da interação genótipos x ambientes.

Componente	Proporção/CPI	% acumulada
CPI 1	0,4792	47,92
CPI 2	0,2958	77,51
CPI 3	0,2249	100,00

Tabela 9. Resumo da análise de variância conjunta com a decomposição AMMI da interação genótipos x ambientes para o caráter produtividade de grãos. Feijão-caupi, semeaduras em 20/11/96 (Alagoinha do Piauí), 12/11/96 (Assunção do Piauí), 06/11/96 (Campo Grande do Piauí) e 12/11/97 (São João do Piauí). Piauí, 2009.

.Fonte de variação	G.L.	Q. M.
Genótipos (G)	19	191713,44**
Ambientes (A)	3	165758,03**
Interação G x A	57	34829,57**
CPI1 (AMMI 1)	21	45306,23**
Resíduo _{AMMI 1}	36	28718,24**
CPI1 (AMMI 2)	19	30912,08**
Resíduo _{AMMI 2}	17	26266,29 ^{ns}
Erro médio/r ⁽¹⁾	228	7969,40

⁽¹⁾Número de repetições. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. ^{ns}Não significativo pelo teste F.

Os genótipos variaram bastante em relação à produtividade de grãos, conforme observado no sentido horizontal do *biplot* AMMI1 (Figura 1), confirmando a alta variabilidade detectada pelos testes (F e Dunnet) mostrados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Os efeitos de ambientes (locais) também foram bastante variáveis, conforme observado na vertical do *biplot* AMMI1 (Figura 1) e em todo o *biplot* AMMI2 (Figura 2). Os genótipos mais adaptados ao semiárido piauiense foram: Paulistinha, MNC01-611F-11, MNC01-614F-15, MNC01-631F-15 e MNC01-649E-2 (os mais produtivos), com produtividades bem acima da testemunha (Canapu-PI) (Figura 1 e Tabela 10).

Tabela 10. Médias, por ambiente (local), preditas pelo modelo AMMI2 para o caráter produtividade de grãos. Feijão-caupi, semeaduras em 20/11/96 (Alagoinha do Piauí), 12/11/96 (Assunção do Piauí), 06/11/96 (Campo Grande do Piauí) e 12/11/97 (São João do Piauí). Piauí, 2009.

Genótipo	Média(kg ha ⁻¹)				
	Alagoinha do Piauí	Assunção do Piauí	Campo Grande do Piauí	São João do Piauí	Média geral
1 Canapuzinho	643	869	834	1.020	842*
2 Canapuzinho-2	865	1.098	1.208	1.023	1.044*
3 Canapu-BA	498	750	969	592	702
4 Cojó-1	605	678	294	529	527
5 Cojó-4-4	572	711	482	680	611
6 Cojó-4-10	494	582	132	655	466
7 Inhumã	596	793	908	492	697
8 Paulistinha	870	1.101	1.127	1.181	1.070*
9 Pingo-de-ouro-1-2	566	858	997	1.099	880*
10 Pingo-de-ouro-2	826	1.039	1.174	794	958*
11 MNC99-510F-16-3	617	892	891	1.292	923*
12 MNC01-611F-11	975	1.200	1.167	1.349	1.173*
13 MNC01-614F-15	977	1.187	1.099	1.339	1.151*
14 MNC01-631F-15	917	1.121	1.075	1.163	1.069*
15 MNC01-631F-20-5	870	1.080	1.195	851	999*
16 MNC01-649E-2	846	1.114	1.156	1.390	1.127*
17 BRS Maratão	861	989	885	659	849*
18 BR 17-Gurgueia	853	957	725	718	813*
19 BRS Xiquexique	554	822	1.096	664	784
20 Canapu-PI ¹	533	630	187	748	524
Média geral	727	923	880	912	861

⁽¹⁾ Testemunha. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

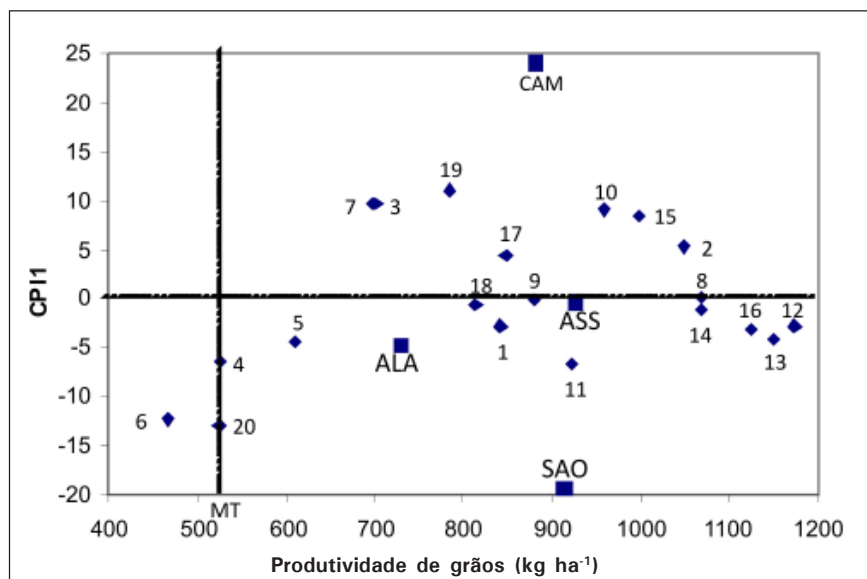


Figura 1. *Biplot* AMMI1: primeiro componente principal (CPI1) x produtividade de grãos (kg ha^{-1}), de 20 genótipos (■) de feijão-caupi, avaliados em quatro ambientes (♦) do semiárido piauiense. Alagoinha do Piauí, PI, 2009: ALA; Assunção do Piauí, PI, 2009: ASS; Campo Grande do Piauí, PI, 2009: CAM; e São João do Piauí, PI, 2009: SÃO. MT: média da testemunha.

Os genótipos mais estáveis, aqueles com escores entre -5 e 5 (linha horizontal central), mostrados no *biplot* AMMI1, e os mais próximos do cruzamento dos escores zero no *biplot* AMMI2, que apresentaram menor interação GA, foram: 14 (MNC01-631F-16-3), 8 (Paulistinha), 13 (MNC01-614F-15), 1 (Canapuzinho), 12 (MNC01-611F-11), 5 (Cojó-4-4) e 2 (Canapuzinho-2) (Figura 1). Embora no *biplot* AMMI1 os genótipos 18 (BR 17-Gurgueia) e 9 (Pingo-de-Ouro-1-2) estejam como altamente estáveis, essa alta estabilidade não é confirmada no *biplot* AMMI2. Isso provavelmente ocorreu porque a variação da interação presente no *biplot* AMMI1 corresponde a apenas 47% da variação da interação significativa. Segundo Duarte e Vencovsky (1999), quando o *biplot* AMMI1 não contemplar toda a interação significativa, a estabilidade de genótipos e ambientes deve ser confirmada com o auxílio do *biplot* AMMI2, já que este engloba o restante da variação da interação significativa.

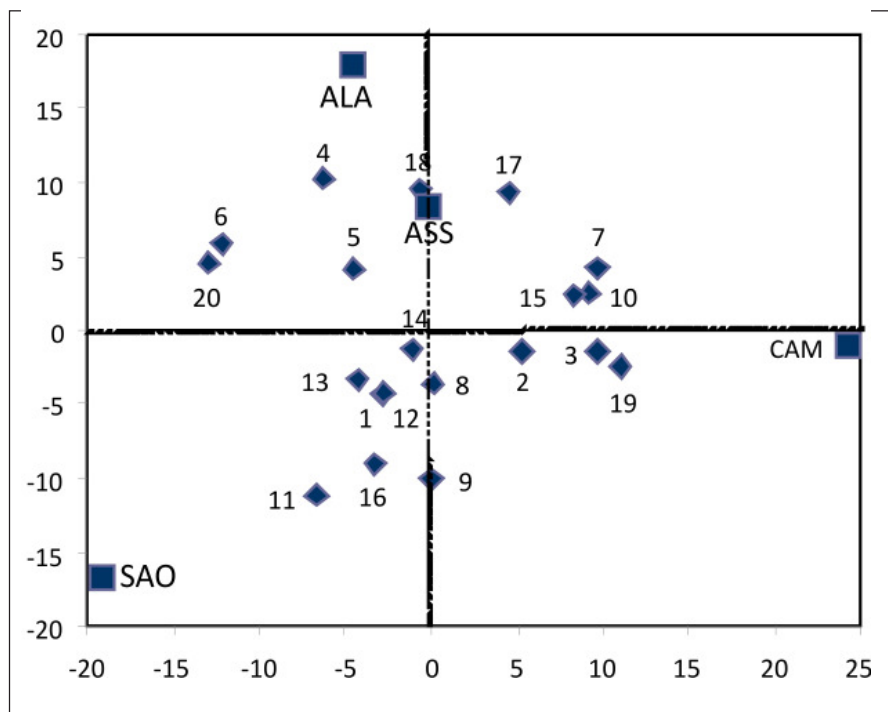


Figura 2. *Biplot* AMMI2: primeiro componente principal da interação (CPI1) x segundo componente principal da interação (CPI2), de 20 genótipos (■) de feijão-caupi, avaliados em quatro ambientes (◆) do semiárido piauiense. Alagoinha do Piauí, PI, 2009: ALA; Assunção do Piauí, PI, 2009: ASS; Campo Grande do Piauí, PI, 2009: CAM; e São João do Piauí, PI, 2009: SÃO.

Para o caráter produtividade de grãos, o local Assunção do Piauí (ASS) foi o mais estável, pois foi o que interagiu menos com os fatores ambientais. Já os locais Campo Grande do Piauí (CAM) e São João do Piauí (SAO) foram os mais instáveis (Figura 2). Adaptações específicas positivas entre genótipo e ambiente foram evidenciadas entre o genótipo 18 (BR 17-Gurgueia) e o local ASS e entre o genótipo 4 (Cojó-1) e o local ALA (Figura 2 e Tabela 10). Os locais ASS e CAM interagiram positivamente com os fatores ambientais e apresentaram as maiores produtividades de grãos (Figura 1 e Tabela 10).

Os genótipos 1 (Canapuzinho), 2 (Canapuzinho-2) e 8 (Paulistinha) apresentaram maior produtividade e estabilidade da produtividade de grãos na maioria dos locais avaliados, em comparação com os outros genótipos da subclasse comercial Canapu.

Outros genótipos de outras classes comerciais que se destacaram para adaptabilidade e estabilidade foram: 12 (MNC01-611F-11), 13 (MNC01-614F-15), 14 (MNC01-631F-15) e 16 (MNC01-649E-2).

Conclusão

As cultivares Canapuzinho, Canapuzinho-2 e Paulistinha são superiores para precocidade, adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos e apresentam potencial para o mercado do feijão-caupi tipo Canapu no semiárido piauiense.

Referências

- AREMU, C. O.; ARIYO, O. J.; ADEWALE, B. D. Assesment of selection techniques in genotype x environment interaction in cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 2, n. 8, p. 352-355, Aug. 2007.
- ASIO, M. T.; OSIRU, D. S. O.; ADIPALA, E. Multilocal evaluation of selected local and improved cowpea lines in Uganda. **African Crop Science Journal**, Kampala, v. 13, n. 4, p. 239-247, 2005.
- CORNELIUS, P. L.; SEYEDSADR, M.; CROSSA, J. Using the shifted multiplicative model to search for separability in crop cultivar trials. **Theoretical of Applied Genetics**, Heidelberg, v. 84, n. 1-2, p. 161- 172, 1992.
- DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes**: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60 p. (Série Monografias, 9).
- FEIJÃO Phaseolus. In: INSTITUTO FNP. **Agrianual 2006**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2006.

FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.): tipos comerciais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. 1 folder.

FREIRE FILHO, F. R. Melhoramento genético do feijão-caupi para a região semi-árida do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. **O melhoramento e os novos cenários da agricultura**: anais. Vitória: SBMP: Incaper, 2009. Disponível em: <http://www.incaper.es.gov.br/congressos/cbmp/apresentacoes/mesas_redondas/_MelhoramentoPlantasCondicoesSemiArida/FranciscoFreire_PlantasSemiArido.pdf>. Acesso em: 21 set. 2010.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi**: avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005a. 519 p.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, Â. C. de A. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 24-30, jan/fev. 2005b.

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D. e; RIBEIRO, V. Q.; NOGUEIRA, M. do S. da R. Feijão-caupi: melhoramento genético, resultados e perspectivas. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2009, Fortaleza. **O melhoramento genético no contexto atual**: anais. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: SBMP-Regional Ceará, 2009. p. 25-59.

GABRIEL, K. R. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. **Biometrika**, London, v. 58, n. 3, p. 453-467, Dec. 1971.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2009. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa. Acesso em: 19 set. 2010.

LOPES, E. M. L.; FREIRE FILHO, F. R.; GOMES, R. L. F.; MATOS FILHO, C. H. A. Caracterização morfo-agronômica de cultivares locais de feijão-caupi do grupo Canapu. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Tecnologias para o agronegócio**: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

OLIVEIRA, J. T. S. **Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão-caupi adaptados à região semi-árida piauiense**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção, 2).

ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, H. W. L. de; BELARMINO FILHO, J.; RAPOSO, J. A. A.; ALCÂNTARA, J. dos P.; RAMOS, S. R. R.; MACHADO, C. de F. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de genótipos de feijão-caupi de porte semi-ereto na Região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p. 1283-1289, set. 2007.

ROCHA, M. de M.; OLIVEIRA, J. T. S.; FREIRE FILHO, F. R.; CÂMARA, J. A. da S.; RIBEIRO, V. Q.; OLIVEIRA, J. A. de. **Purificação genética e seleção de genótipos de feijão-caupi para a região Semi-Árida Piauiense**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 28 p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 84).

SANTOS, C. A. F.; BARROS, G. A. de A.; SANTOS, I. C. C. N. dos; FERRAZ, M. G. de S. Comportamento agrônômico e qualidade culinária de feijão-caupi no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 3, p. 404-408, jul./set. 2008.

SANTOS, C. A. F.; RIBEIRO, H. L. C.; ARAÚJO, J. S.; OLIVEIRA, M. M. de. Competição de linhagens de feijão-caupi tipo Canapu no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. **Da agricultura de subsistência ao agronegócio**: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 1 CD-ROM.

SANTOS, C. A. F.; SANTOS, Y. C. N. dos; FERRAZ, M. G. de S. Desenvolvimento de linhagens de feijão-caupi de porte ereto e crescimento determinado e de tipo Canapu na Embrapa Semi-Árido. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. **Tecnologias para o agronegócio**: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 121).

SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12. Cary: SAS Institute, 1997. 1162 p.

SILVA, K. J. D. e. **Estatística da produção do feijão-caupi no Brasil**. Pelotas: Grupo Cultivar de Publicações, [2009?]. 3 p. Disponível em: <http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/estatistica.pdf>. Acesso em 21 set 2010.

ZOBEL, R. W.; WRIGHT, M. J.; GAUCH JR, H. G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, n. 3, p. 388-393, 1988.